

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-227036

(43)Date of publication of application : 16. 08. 1994

---

(51)Int. Cl. B41J 2/44

H01S 3/096

H02H 7/00

---

(21)Application number : 05-275799 (71)Applicant : EASTMAN KODAK CO

(22)Date of filing : 04. 11. 1993 (72)Inventor : DAVIS JAMES G

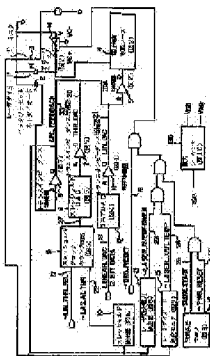
---

(30)Priority

|          |           |          |              |           |    |
|----------|-----------|----------|--------------|-----------|----|
| Priority | 92 971374 | Priority | 04. 11. 1992 | Priority  | US |
| number : |           | date :   |              | country : |    |

---

(54) LASER DIODE POWER CONTROL CIRCUIT



(57)Abstract:

PURPOSE: To automatically set a predetermined laser output power by providing a means for monitoring a power supplied to a diode, and a means for controlling a means for branching the power by detouring a laser diode.

CONSTITUTION: An automatic power control circuit senses a drop of a laser power, and increases a laser current. Laser output efficiency is lowered by a temperature rise. When an increased current further raises the temperature, efficiencies of both a laser diode 1 and a back facet

photodiode 2 are further lowered. A laser overpower detector 13 senses it when a laser power exceeds a limit less than a maximum operation power of the preset laser diode 1. When the overpower state occurs, a digital signal 23 is set to a low. Thus, a cross bus switch 14 is operated to effectively protect the diode 1 against arrival at a power level for causing a damage and a reason of a fault.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.11.1993

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of  
application other than the  
examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number] 2716654

[Date of registration] 07.11.1997

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 07.11.2004

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The laser diode which generates a laser beam output in laser image equipment (1), The electric power supply means (130) and (4) which

supply power to said laser diode, The shunt pathway means toward which bypass said laser diode and power is made to shunt (14), A modulation means to modulate said laser diode with a picture signal (12), The laser beam output monitor means which carries out the monitor of the laser beam output of said laser diode (13), The temperature monitor means which carries out the monitor of the temperature of said laser diode (1) (15), The electric power supply monitor means which carries out the monitor of the power supplied to said diode (16), The control means which controls said splitting means (14) in order to bypass said laser diode (1) and to make power shunt is included. Said control means a) The overlaser output signal generated by said laser beam output monitor means (13) when it is detected that said laser beam from said laser diode (1) exceeded predetermined maximum, b) The laser abnormal temperature signal generated by said temperature monitor means (15) when it is detected that the temperature of said laser diode (1) is lower than a predetermined temperature requirement, or high, c) when it is detected that the power supplied to said laser diode (1) by said electric power supply means is lower than the predetermined electrical-potential-difference value range, or high Equipment characterized by answering one or the signal beyond it in the overpower signal or power-failure signal generated by said electric power supply monitor means (16), and \*\*, and performing splitting control.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the laser diode automatic power control circuit which has a means to protect a laser

diode from the transient-voltage spike in an excessive power and elevated-temperature condition or a low-temperature condition, a power-up condition, and a powered down state, or a transient-current spike in a detail more about a laser diode generally.

[0002]

[Description of the Prior Art] The laser diode was often used as the light source in various optical applications. For example, in the field of laser printing, a laser beam converges with a lens and is scanned on a photosensitive medium like a film. A laser diode is controlled by the digital data often memorized by the computer. Image quality improves by forming an image by the pixel which has different gray gradation, and forming a continuous tone image on a film. A continuous tone radiography laser beam printer is an example for which the laser diode is used, in order to expose the film for photography to the electronic image generated by medical image methods, such as a computed tomography, magnetic resonance imaging, digital subtraction angiography, and echography.

[0003] The problem in a laser diode is that linearity does not have the radiant power output of the laser diode which is a semi-conductor in the whole operating range. the curve generated more in a detail as shown in drawing 11 (typical graph of the optical output  $P$  of the laser diode as a function of Current  $I$ ) -- the nonlinear active region of a low -- having -- the field -- knee field (knee region) from -- the optical output is connected to the high-level active region which changes linearly as a function of an input signal value. A straight-line field is known as a rhe JINGU field, and the nonlinear low field is known as a luminescence field or a spontaneous emission field. A curve is the optical power output  $P_d$  which carries out (1) generation. Current  $I_d$  0 which changes in nonlinear with change, and knee current  $I_k$  The low field and (2) optical power output of a between are Current  $I_d$ . The 2nd high field which changes linearly is included with change. The nonlinear field is unsuitable for answering image input signal level and generating a continuous tone image. For this reason, the laser output range is limited to a straight-line active region. Therefore, it is common to operate a laser diode above the fixed current level called a threshold current.

[0004] U.S. Pat. No. 4,507,767 is indicating the optical disk unit including the protection network of semiconductor laser and juxtaposition including a laser diode as the light source. When, as for this protection network, the monitor signal corresponding to the optical output of semiconductor laser exceeds a default, two terminals will be

in a short circuit condition. However, the approach of protecting a semiconductor laser diode is not indicated by this patent to the electrical-potential-difference spike at the time of low temperature, an elevated-temperature condition or power-up, and power down, and the current spike.

[0005] U.S. Pat. No. 4,872,080 is indicating the protection network for semiconductor laser to which an exciting current is made to supply by the current generating circuit. This protection network is energized by the limit circuit which operates in cooperation with the transducer by which an output is controlled by the laser beam, and a transducer, and the limit circuit, and contains semiconductor laser and the current shunt pathway switched to juxtaposition. If permission luminescence power is reached, an excessive exciting current will be shunted toward a shunt pathway. However, there is no indication of the approach of protecting a laser diode from others, an elevated temperature, or a low-temperature condition in this patent. [ trouble / the ]

[0006] U.S. Pat. No. 4,791,636 is indicating the semiconductor laser which consists of laser oscillating optical waveguide. the regulatory region in which laser oscillating optical waveguide has the operation which absorbs light, and the main field with the operation which vibrates a laser beam -- since -- it changes. The ratio to all the currents introduced into the laser equipment of the current to which this laser equipment flows to regulatory region with this splitting means including a splitting means is set up according to a fixed algorithm.

[0007] U.S. Pat. No. 4,074,334 is indicating the protective device which restricts the flow of a current with a power transistor. When collector current and a collector emitter electrical potential difference exceed selected current / electrical-potential-difference curve, a non-conductive splitting transistor will be in operating state, and usually carries out splitting of the current around a power transistor. The monitoring of an elevated temperature or a low-temperature condition is not indicated by this patent.

[0008] Although the following United States patents are indicating various laser diode control techniques, these do not fully cancel the automatic power control of a laser diode, and the technical problem of protection of a laser diode. U.S. Pat. No. 5,019,769, U.S. authorization-by-law invention registration H322 No., U.S. Pat. No. 4,890,288, U.S. Pat. No. 4,501,022, U.S. Pat. No. 4,612,671.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] A technical problem is to set

up and maintain fixed laser output power automatically.

[0010] Other technical problems are protecting a laser diode from the transient-voltage spike in excessive power, an elevated temperature and low temperature, a power-up condition, and a powered down state, and a transient-current spike.

[0011]

[Means for Solving the Problem and its Function] According to this invention, the automatic power control of a laser diode and the trouble of the conventional technique relevant to protection are solvable. This invention includes a means to protect a laser diode, from a transient-voltage spike [ in / in a laser diode automatic power control circuit / an excessive power condition, an elevated temperature and a low-temperature condition, a power-up condition, and a powered down state ], and a transient-current spike. The laser diode with which the laser image equipment of this invention generates a laser beam output, An electric power supply means to supply power to said laser diode, and the shunt pathway means which bypasses said laser diode and carries out splitting of the power, The laser beam output monitor means which carries out the monitor of the laser beam output of said laser diode, The temperature monitor means which carries out the monitor of the temperature of said laser diode, and the electric power supply monitor which carries out the monitor of the electric power supply which drives said laser diode, In order to answer the signal beyond following one or it and to carry out splitting of the power around said laser diode, the control means which controls said splitting means is included. Here the a aforementioned laser beam output monitor means The laser beam exceeding the predetermined maximum level of said laser diode is detected, and an overlaser output signal is outputted. The b aforementioned temperature monitor means It detects whether the temperature of said laser diode is lower than a predetermined temperature requirement or high, and a laser abnormal temperature signal is outputted. The c aforementioned electric power supply monitor means With said electric power supply means, the power supplied to said laser diode detects whether it is lower than the predetermined electrical-potential-difference value range or high, and outputs an overpower signal or a power-failure signal.

[0012] By the equipment of this invention, fixed laser output power is set up and maintained automatically, and it becomes possible from the transient-voltage spike in an excessive output, an elevated temperature and low temperature, a power-up condition, and a powered down state, and a transient-current spike to protect a laser diode.

[0013]

[Example] First, drawing 12 is explained. The medical image system incorporating the example of this invention is shown in drawing 12. As illustrated, the medical image system 110 contains the source of a digital medical use diagnostic image which is generated by the medical image method 112. The medical image methods 112 are image methods for a diagnosis, such as a computed tomography, magnetic resonance imaging, echography, digital subtraction angiography, and a nuclear medicine procedure. A digital image is generable also from a storage fluorescent substance, a digital X-ray photograph, a digital image archive, or a storage system. The image generated by the medical image method 112 is digitized, and is memorized by image storage / processor 114. A digital image is memorizable to the magnetic disk drive or the optical disk drive carried in image storage / processor 114. A digital image can be processed also by the technique of common knowledge, such as window width level, gradation adjustment (tonal gradation), interpolation, and edge enhancement.

[0014] The laser diode 118 controlled by the laser control circuit 120 concerning this invention is used, and the hard copy of a digital image is generated on the photosensitive medium 116. The laser beam 122 generated with a laser diode 118 is orthopedically operated using scan optical equipment 124, and subsequently the photosensitive medium 116 top is scanned, for example, a digital image is generated on the photosensitive media 116, such as a film and paper. The photosensitive medium 116 is processed and a fixed image is generated.

[0015] The medical image system 110 contains a system controller 126. A system controller 126 is a microprocessor and controls image storage / processor 114, the laser control circuit 120, a laser diode 118, and scan optical equipment 124.

[0016] The example of this invention is explained using drawing 1. The description of this invention is setting up and maintaining fixed laser output power, and protecting a laser diode. An output unit 1 is a semiconductor laser diode. The monitor of the laser output power is carried out by the back facet photo diode 2 which carries out the monitor of the power of the back facet (back facet) of a laser diode 1. The monitor of the temperature of a laser diode 1 is carried out with the thermistor 3 built into the hybrid.

[0017] The current of a laser diode 1 is generated from the armature-voltage control current source 4. The input voltage which controls the armature-voltage control current source 4 is generated from a summing amplifier (amp) 5. As for a summing amplifier 5, the signal from the

transimpedance amplifier 6, 7, and 11 is inputted. The transimpedance amplifier 6 transforms the current output of the back facet photo diode 2 into an electrical potential difference. The transimpedance amplifier 7 transforms the current output of threshold level DAC 8 (threshold level digital-to-analog-conversion machine) into an electrical potential difference. The transimpedance amplifier 11 transforms the current output of a linear DAC 12 (linear digital-to-analog converter) into an electrical potential difference.

[0018] Actuation of this circuit is started by automatic SURESSHORUDINGU which pulls up laser power to a threshold level automatically.

[0019] As explained later, threshold level is not the same as that of what was decided by the manufacturer of a laser diode, and the laser power appearance force function dependency over a laser current is the level which becomes a straight line. an automatic threshold level sequence -- a digital signal (LIN-THR-SEL) -- 17 (linear threshold level mode selection) -- yes, it carries out by it being alike and carrying out. By this, the increment of the threshold level clock which carries out the clock of the counter is carried out from 000 (hex) of initial value. These counters output 12 bit data 27 to threshold level DAC 8. Subsequently, this is changed into a voltage level by the transimpedance amplifier 7. an analog signal (THR DAC) -- 20 is the output of the transimpedance amplifier 7 and is inputted into a summing amplifier 5. A summing amplifier 5 drives the armature-voltage control current source 4, and the armature-voltage control current source 4 absorbs the current from a laser diode 1. It stops that the threshold level detector 10 carries out the monitor of the laser output power, and will make a digital signal (LAS AT THR) 22 into a low, and the threshold level clock counter circuit 9 will carry out the increment of the 12 bit data 27 if it reaches the laser threshold power set up beforehand. A laser diode 1 will be set to the power level from which the laser appearance force function dependency over a laser current serves as a straight line if the level is exceeded.

[0020] 12 bit data (LINEAR DAC) 18 control laser output power between threshold power and the maximum laser power. 12 bit data (LINEAR DAC) 18 are inputted into a linear DAC 12. Subsequently, this is changed into a voltage level by the transimpedance amplifier 11. an analog signal (LIN DAC) -- 21 is outputted from the transimpedance amplifier 11 and inputted into a summing amplifier 5. A summing amplifier 5 drives the armature-voltage control current source 4, and the armature-voltage control current source 4 absorbs the current from a laser diode 1. The overlaser power detector 13 carries out the monitor of the laser power



(output). if the laser power set up beforehand is reached -- a digital signal (LAS OVERPOWER) -- a laser diode 1 is protected by carrying out splitting of the current temporarily, bypassing laser, as 23 made into a low and later explained in it.

[0021] The negative feed back is used and the power output of a laser diode 1 is stabilized. this loop formation -- a laser diode 1, the back facet photo diode 2, the transimpedance amplifier 6, a summing amplifier 5, and the power control current source 4 -- since -- it changes. This feedback loop stabilizes a laser diode to fluctuation (change of the output photoelectrical force per unit current change) of laser slope effectiveness, and fluctuation of a laser threshold current (current from which laser becomes a single mode). Slope effectiveness and a threshold current change as a function of aging of a laser diode, and the temperature of laser. furthermore, the case where this loop formation is closed -- an analog signal (THR DAC) -- the response sensibility of the summing amplifier 5 to 20 and (LIN DAC) 21 is reduced.

[0022] In drawing 1, protection of a laser diode 1 is explained below. a transient-voltage spike [ in / in the purpose of the protection network concerning this invention / i excessive laser beam power condition, ii elevated temperature and a low-temperature condition, an iii power-up condition, and a powered down state ], or a transient-current spike -- since -- it is offering a means protecting a laser diode 1.

[0023] Protection of a laser diode 1 is because fixed stage (period) reduction of the current which shunts a part of current which should be supplied to a laser diode 1, and flows a laser diode 1 with the low impedance switch 14 is carried out. In this example, a switch 14 is a field-effect transistor, for example, has channel resistance of less than 0.5 ohms. Thus, about carrying out splitting of the current, it is a crowbar (crowbar) to a laser diode. It is said that it arranges.

[0024] The electric power supply monitor 16 carries out the monitor of the power supply voltage. Automatic power control is adjusted by the power sequencer 130 so that it may explain later. The power sequencer 130 is preceded with impression of forward power supply voltage, and impresses negative power supply voltage, and intercepts forward power supply voltage before cutoff of negative power supply voltage. Those impression or cutoff are performed when the change electrical potential difference (for example, 2 volts) as a difference of forward and negative power supply voltage is detected. By this, the electric power supply monitor 16 becomes carrying out the monitor of the forward power supply voltage. Before a laser drive circuit is fully energized and

other advantages of power sequencing drive a current with a laser diode, they are that the crowbar switch 14 which is using only negative power supply voltage will be in operating state. A power-up reset circuit sets a digital signal (SLOW START) 25 as a low, and maintains the low for [ back / to which forward power supply voltage was impressed ] 1 second. By this, the crowbar switch 14 is simplistically operated among the both ends of a laser diode 1, and a laser diode 1 is certainly protected from the transient at the time of power-up. if forward power supply voltage falls from 12 volts of normal values (for example, 10%) -- a digital signal (PWR RESET) -- 26 is set as a low, operates the crowbar switch 14 among the both ends of a laser diode 1, and protects a laser diode 1 from the transient at the time of power down certainly. A power holding circuit maintains a crowbar switching circuit to operating state, and makes the splitting operation over the short (for example, for 1.4 seconds) laser diode after power was removed from the circuit concerned.

[0025] The laser diode temperature monitor 15 senses laser temperature using a thermistor 3. the centering on 25-degreeC temperature [ temperature ] window set up beforehand -- being out of range (either an elevated temperature or low temperature) -- if it becomes, a digital signal (LASER OUT TEMP) 24 will be set as a low, will operate the crowbar switch 14, and will protect a laser diode 1 from a temperature abnormal condition with an elevated temperature and possibility certainly. It is as follows when the protection does not exist. In case the temperature of the laser diode 1 by which accumulation mounting was carried out, and the back facet photo diode 2 rises, an abnormal condition occurs. Such a temperature rise reduces the effectiveness of the back facet photo diode 2, and, subsequently reduces the current output of the back facet photo diode 2. An automatic power control circuit senses this as a fall of laser power, and makes a laser current increase. Laser power efficiency makes the effectiveness of the both sides of a laser diode 1 and the back facet photo diode 2 fall further, when it falls by the temperature rise and the increased current raises temperature further. By this cycle of the abnormalities in temperature, damage is done to a laser diode 1 and it becomes the cause of failure.

[0026] The overlaser power detector 13 senses this, when laser power exceeds the limit of under the maximum operating power of the laser diode 1 set up beforehand. if a fault power condition arises -- a digital signal (LASER OVERPOWER) -- 23 is made into a low. It protects certainly so that the crowbar switch 14 may be operated and the power level from which a laser diode 1 causes damage and failure may not be reached by this.

[0027] The following is more detailed explanation about the automatic power control (APC) and the laser protection network of this invention.

[0028] A laser diode 1 and back facet photo diode 2 laser diode 1 are laser diodes (5mW and 670nm). Compared with other diodes (for example, infrared laser diode), it is easy to be damaged according to a transient, and such diodes need a more elaborate protection method.

[0029] The back facet photo diode 2 is accumulated by the laser diode 1, and the monitor of the optical output from the back facet of a laser diode 1 is carried out to it.

[0030] The monitor of the temperature of thermistor 3 laser is carried out with a thermistor 3. As for a thermistor 3, being mounted in a hybrid is desirable. A thermistor 3 consists of three flat surfaces of thermistor ink. This ink flat surface is electrically in-series, and silk screening is carried out on the ceramic base using the thick-film hybrid technique. The thermistor is as in-series as a fixed register. This fixed register is used for reducing the total resistance to 5K. A hybrid mounts a laser diode 1 in the hybrid itself, contacts a thermistor a laser diode case and directly, and increases the efficiency of the temperature monitor of a laser diode 1.

[0031] The armature-voltage control current source 4 and summing amplifier 5 drawing 2 show the armature-voltage control current source 4. The armature-voltage control current source 4 is the FET mold transistor 28 of n channel extended mode. The electrical potential difference from the gate to the source, i.e.,  $V_{gs}$ , controls the current output of the FET mold transistor 28. The electrical potential difference of the gate of the FET mold transistor 28 is set up by the add operation amplifier 29, and senses the electrical potential difference of the resistor 30 upper part [ amplifier / 29 / add operation ].

[0032] the time of starting -- a signal (VIO REF) -- 32 is the only input to the addition node 31 of the add operation amplifier 29, it is adjusted so that the sag of a resistor 30 may be set as zero, therefore a current does not flow in the current source FET. a signal (VIO REF) -- 32 negates the input-offset-voltage effectiveness from the various inputs to the add operation amplifier 29, further, sets up the negative electrical potential difference of -8.1 volts in the joint between the FET mold transistor 28 and a resistor 30, and sets a current output as 0mA.

[0033] the analog signal (THR DAC) to the addition node 31 of the add operation amplifier 29 -- the input of 20 is used for pulling up the laser power of a laser diode 1 on the threshold level of 0.5mW. the analog signal (LIN DAC) to the addition node 31 of the add operation

amplifier 29 -- the input of 21 is used for changing laser power between 0.5 and 4.5mW. A signal (APC FEEDBACK) 33 is used for stabilizing the source from the transimpedance amplifier 6 of laser power and the back facet photo diode 2 of drawing 1 .

[0034] The crowbar switch 14 and power monitor drawing 2 show the detail of the crowbar switch 14 of drawing 1 further. The crowbar switch 14 is the FET mold transistor 34 of p channel extended mode. It must be lower than the armature-voltage control current source 4 in the ground potential which the gate of the FET mold transistor 34 makes the FET mold transistor 34 operating state in the indicated example, and closes the crowbar switch 14 2 volts.

[0035] the power holding circuit 35 used for holding the power to the crowbar switch 14 at the time of power down -- diode 36, a resistor 37, diode 38, the current pass resistor 39, a capacitor 40, the current pass resistor 41, and diode 42 -- since -- it changes. At the time of power-up, it stores electricity a capacitor 40 through the current pass resistor 39, diode 38, and diode 36. The power sequencer 130 ( drawing 10 ) is preceded with VDD=+12 volt, and makes VBB=-12 bolt operating state certainly. Thereby, it stores electricity a capacitor 40 completely. At the time of power down, the reverse bias of the diode 36 is carried out, it falls to 0 volt, isolates the crowbar node 43 from VBB, and connects it to a capacitor 40. A capacitor 40 discharges slowly to touch-down through the current pass resistor 41, diode 42, and a resistor 44. By this, the crowbar switch 14 protects laser for a laser current from the part sink during after [ lowering of electric power ] 1.5 seconds, and a power down transient.

[0036] Drawing 3 shows the crowbar drive circuit 45. The crowbar drive circuit 45 was designed so that power might be supplied and it might operate. When a crowbar 46 is a high impedance and is VBB=-12 volt in drawing 2 , the gate to the source electrical potential difference of the FET mold transistor 34 is -11.3 volts. The FET mold transistor 34 will be in operating state, and a laser current is shunted by the crowbar FET 34. In the crowbar drive circuit 45 shown in drawing 2 , the output of the gate 48 drives the base of a transistor 49, and switches the output of a transistor 49 with a high impedance or a reference output [ 50 ] (LPM 5V REF) of 5 volts in between. When the difference of 50 (LPM 5V REF) is 0.7 volts or less, as for a transistor 49, it is intercepted, and as for the output, the output of the gate 48 will be in a high impedance condition. the gate 48 -- the time of power-up -- a signal (BRD RESET) -- 19 and (SLOW START) 25 -- yes, it can be alike and can pull up. A signal (SLOW START) 25 becomes low for 0.5 seconds after

VDD= 12 volt. As for the gates 48 and 51, it is desirable that it is a FACT technique, and being able to operate by the low battery which is about 2.0 volts, and having an output with the supply voltage of less than 0.1 volts to a high signal is guaranteed. The gate 48 operates by 50 (LPM 5V REF), and keeps the electrical potential difference from the base of a transistor 49 to an emitter at -0.1 volts. This electrical potential difference is very lower than 0.7 volts required to operate a transistor 49, and maintains the emitter of a transistor 49 at a high impedance condition.

[0037] The electric power supply monitor circuit 16 of drawing 3 carries out the monitor of the forward electric power supply VDD, and generates digital signals (SLOW START) 25 and (PWR RESET) 26. The electric power supply monitor circuit 16 has the dividing network containing a transistor 52. A transistor 52 has the base connected to the joint of the resistors 53 and 54 between VDD and touch-down, the collector connected to VDD by the resistor 55, and the emitter connected to touch-down by the resistor 56. A resistor 61 and a capacitor 57 form the delay circuit for low-battery sensing circuit 59. The low-battery sensing circuits 59 and 60 sense whether the VDD electrical potential difference is over the value set up beforehand, respectively. During the delay which is determined by the time amount constant of a resistor 61 and a capacitor 57 and which was set up beforehand, the low-battery sensing circuit 59 senses a low battery, and generates a signal (SLOW START). It is a signal (PWR RESET), without being delayed through D flip-flop 47, when the low-battery sensing circuit 60 has sensed the low battery. It generates. As for these signals, both sides drive the crowbar switch 14. The low-battery sensing circuit 59 is used for having delay and carrying out the crowbar of the laser at the time of power-up. The low-battery sensing circuit 60 detects the fall of Power VDD immediately, and is used for carrying out the crowbar of the laser with delay at the time of power-up.

[0038] A signal (SLOW START) 25 becomes [ power ] a high the stable back for 0.5 more seconds. a signal (BRD RESET) -- 19 is emitted by software, removes crowbar splitting, and operates a laser diode 1. (into low) the signal of others which carry out splitting of the laser current by the crowbar FET 34 when set up -- a signal (LASER OUT TEMP) 24 and a signal (PWR RESET) -- 26 and a signal (LASER OVERPOWER) -- it is 23. A laser diode 1 is more expensive than a desirable temperature requirement, or when it becomes the temperature judged to be low, a signal (LASER OUT TEMP) 24 is set up. In the state of an elevated temperature, degradation of a laser diode is caused and it becomes the cause of dew condensation

on laser at low temperature. It may be shown in the state of low temperature that connection with a thermistor was cut, and by the negative temperature coefficient, it becomes the cause of heating of laser, and the abnormalities in temperature are caused and it can become the cause of damage of a laser diode. if the forward electric power supply VDD declines 10% from 12 volts -- a signal (POWER RESET) -- 26 is set up and the crowbar of the laser is carried out. When it is shown that the current feedback from photo diode is higher than the maximum power level which laser power set up beforehand, it is a signal (LASER OVERPOWER). It is set up.

[0039] Threshold level actuation drawing 1 , and 5 and 6 are explained. The threshold level clock 70 contains a timer 71 (for example, NE555). three digital signals (LAS AT TH) which a timer 71 has in a high condition -- it drives by all of 22, 25 (SLOW START) (LIN THR SEL), and 17. in normal operation, a signal (SLOW START) 25 makes it a low for back 1 second by which power was stabilized -- having -- a signal (LAS AT THR) 22 and a signal (LIN THR SEL) -- 17 -- the time of power-up -- hardware -- yes, it is alike and is set up. software -- a signal (LIN THR SEL) -- when writing in 17 highly, a laser diode 1 reaches a threshold level condition, and vibration of the threshold level clock 70 is attained until a signal (LAS AT THR) 22 is set as a low and suspends a threshold level clock.

[0040] The threshold level clock 70 carries out the clock of the threshold level counter 72. The threshold level counter 72 is initialized at the time of power-up, and subsequently to a low, it counts from 000 to FFF (hexadecimal) until a signal (LAS AT THR) 22 is set up and stopped. The threshold level counters 72 are 12 bit counters containing continuation mold 4 bit counters 73, 74, and 75.

[0041] 12-bit digitized output (THR D) 76 (0:11) of the threshold level counter 72 is latched by the 12-bit latch 77. Latch's 77 output is used as an input to the 12-bit threshold level digital-to-analog-conversion machine 8 ( drawing 5 ). an analog voltage input (THR DAC) of as opposed to [ the output of threshold level DAC 8 is changed by the transimpedance amplifier 7, and ] a summing amplifier 5 -- 20 is supplied and the armature-voltage control current source 4 is driven.

[0042] Straight-line actuation next drawing 1 , and 4 are explained. 12-bit digital data (APC D) 78 (0:11) is an input to the HI-Z input latch 79. this latched data (BUF APC.D) -- 80 (0:11) -- a linear DAC 12 and its transimpedance amplifier 11 -- an analog signal (LIN DAC) -- it is changed into 21.

[0043] The straight-line motion of a laser diode 1 is in the range from

the minimum power of threshold power to maximum electric power.

[0044] Drawing 1 and 8 are explained to LAS\_AT\_THR22 and the 13th overlaser power detector. Elantec A high-speed comparator 81 like EL2252 component is used, and a signal (APC FEEDBACK) 33 is compared with reference voltage.

[0045] the case where a signal (APC FEEDBACK) 33 is 4.85 volts or more of 4.85mW of for example, laser power -- a digital signal (LASER OVERPOWER) -- 23 is set up (into low). a signal (LASER OVERPOWER) -- assignment of 23 arranges the shunt of the crowbar switch 14 to a laser diode 1, and is used for protecting a laser diode 1 from an excess of 5.0mW maximum electric power.

[0046] If a signal (APC FEEDBACK) 33 becomes 3.0 volts or more of 0.5mW of laser power by the gain of +6 obtained by the amplifier 82, a digital signal (LASER AT THR) 22 will be set up (into low). If specified LASER AT THR22 stops the threshold level clock 70 and the threshold level counter 72, the value of the last of the threshold level counter 72 will be latched to threshold level DAC 8, and a laser diode 1 will be held to threshold power.

[0047] Laser diode temperature monitor 15 drawing 1 and 9 are explained. In drawing 9 , amplifier 85 is used for amplifying the difference of a resistance and the resistor 86 of a thermistor 3, i.e., a reference resistor. The error voltage used for driving the thermoelectric-cooling machine (TEC) 87 by this is generated. The thermoelectric-cooling machine (TEC) 87 heats or cools a laser diode 1. The laser diode temperature monitor 15 ( drawing 1 ) includes operational amplifiers 88 and 89 and the circuit which accompanies each. or [ whether this circuit operates as a window comparator and its laser diode 1 is more expensive than 25 degreeC, or / being low ] -- judging -- a suitable signal (LASERUNDERTEMP) -- 90 or (LASER OVERTEMP) 91 are specified. These signals 90 and 91 can be impressed by the crowbar switch 14 to a laser diode 1, and prevent temperature damage. When connection is unsuitable, it becomes open-circuit system to a negative temperature coefficient, and a thermistor 3 will be in a low-temperature condition, and will make the greatest heat applied to a laser diode 1 by TEC87 ( drawing 9 ). The effectiveness of the back facet photo diode 2 is reduced by this, and the exaggerated drive of the laser diode 1 is carried out by the laser power servo loop. In the state of another side, a thermistor 3 is short-circuited, it is cooled to the point of dewing on a laser diode 1, and a laser diode 1 causes optical contamination.

[0048] Power sequencer drawing 1 and 10 are explained. Drawing 10 shows the power sequencer 130. the power sequencer 130 -- the input forward

electrical potential difference (SW P15V) of +15 volts -- 92 and the input negative electrical potential difference (SW N15V) of -15 volts -- before carrying out the monitor of 93 and impressing power to a laser drive circuit, it judges that these sum totals are less than 2 volts to 30 volts of the total voltage drop. Only the forward up one half of a power sequencer [ as opposed to VDD 12 volts ] is explained for explanation. Lower one half serves as an enantiomer of this (however, the corresponding diodes 98 and 104 are removed about the negative 12-volt supply VBB). Before impressing signals 92 and 93 to the power sequencer 30, they are filtered with filters 94 and 95.

[0049] Only when the 28-volt zener diode 96 is used and supply voltage amounts to about \*\*15 volts, the means which carries out the monitor of the power is based on making it descend at least 28-volt \*\*1% among \*\*15 volts so that it may become sufficiently large that the base-emitter electrical potential difference of a transistor 97 turns ON a transistor 97. Although diode 98 is used in a VDD circuit, in a VBB circuit, it is not used but prevents certainly that VDD serves as ON between ON of VBB by zener diode 96 and 1% tolerance of 96'. If a transistor 97 is turned on, a current will flow to a collector through a resistor 99, 100. By this, the electrical potential difference of a resistor 99 is fully dropped, and a transistor 101 is turned ON. Time delay is formed of the time amount constant of a resistor 102 and a capacitor 103. By this, before VDD starts, delay for 12 seconds is performed after \*\*15-volt stabilization. An electric power supply declines between this delay, and diode 104 supplies pass, discharges a capacitor 103 quickly, and ends time delay.

[0050] It has 1/10 of the time amount constants of VDD, VBB starts first, and, subsequently VDD puts the power sequence over VBB into operation. Since a laser protection network is energized by VBB, this power is impressed first.

[0051] Drawing 7 shows the transimpedance amplifier 6 of the back facet photo diode 2. it illustrated -- as -- the signal (PHOTODIODE) 105 and the negative reference sign (N 8.1VREF) from photo diode 2 -- 106 is impressed to the operational amplifiers 107 and 108 connected to juxtaposition, respectively. The output of operational amplifiers 107 and 108 is an input to an operational amplifier 109, and the output of an operational amplifier 109 is a signal (APC FEEDBACK). This signal has the output of 1 volt [/mW ] laser power.

[0052] This invention has an application in a laser image system like a laser diode printer.

[0053]



[Effect of the Invention] By the image equipment of this invention, fixed laser output power is set up and maintained automatically, and it becomes possible from the transient-voltage spike in excessive power, an elevated temperature and low temperature, a power-up condition, and a powered down state, and a transient-current spike to protect a laser diode.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of the laser diode protection network of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram of the armature-voltage control current source 4 of this invention shown in drawing 1, a summing amplifier 5, and the crowbar switch 14.

[Drawing 3] It is the block diagram of the crowbar drive circuit 45 of this invention.

[Drawing 4] It is the block diagram of conversion by the transimpedance amplifier 11 shown in drawing 1 of this invention.

[Drawing 5] It is the block diagram of the threshold level actuation by the transimpedance amplifier 7 shown in drawing 1 of this invention.

[Drawing 6] It is the block diagram of the threshold level actuation by the transimpedance amplifier 7 shown in drawing 1 of this invention.

[Drawing 7] It is the block diagram of the transimpedance amplifier 6 of the back facet photo diode 2 shown in drawing 1 of this invention.

[Drawing 8] It is the block diagram of the overlaser power detector 13 shown in drawing 1 of this invention.

[Drawing 9] It is the block diagram of the laser diode temperature monitor 15 shown in drawing 1 of this invention.

[Drawing 10] It is the block diagram of the power sequencer 130 shown in drawing 1 of this invention.

[Drawing 11] It is the graphical representation of a laser diode performance curve. In this drawing, a radiant power output P is the function of the current I of a laser diode.

[Drawing 12] It is the block diagram of a laser diode and the image system incorporating the example of the laser control circuit of this invention.

[Description of Notations]

1 Laser Diode

2 Back Facet Photo Diode

3 Thermistor

4 Armature-voltage Control Current Source (Electric Power Supply Means)

5 Summing Amplifier (Amp)

13 OverLaser Power Detector (Laser Beam Output Monitor Means)

14 Crowbar Switch (Low Impedance Switch, Shunt Pathway Means)

15 Laser Diode Temperature Monitor (Temperature Monitor Means)

16 Electric Power Supply Monitor (Electric Power Supply Monitor Means)

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

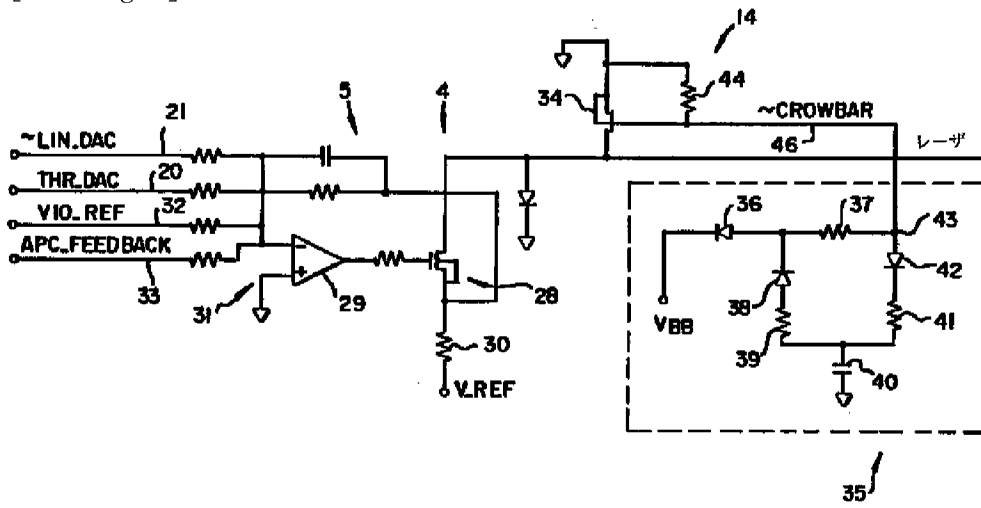
3. In the drawings, any words are not translated.

---

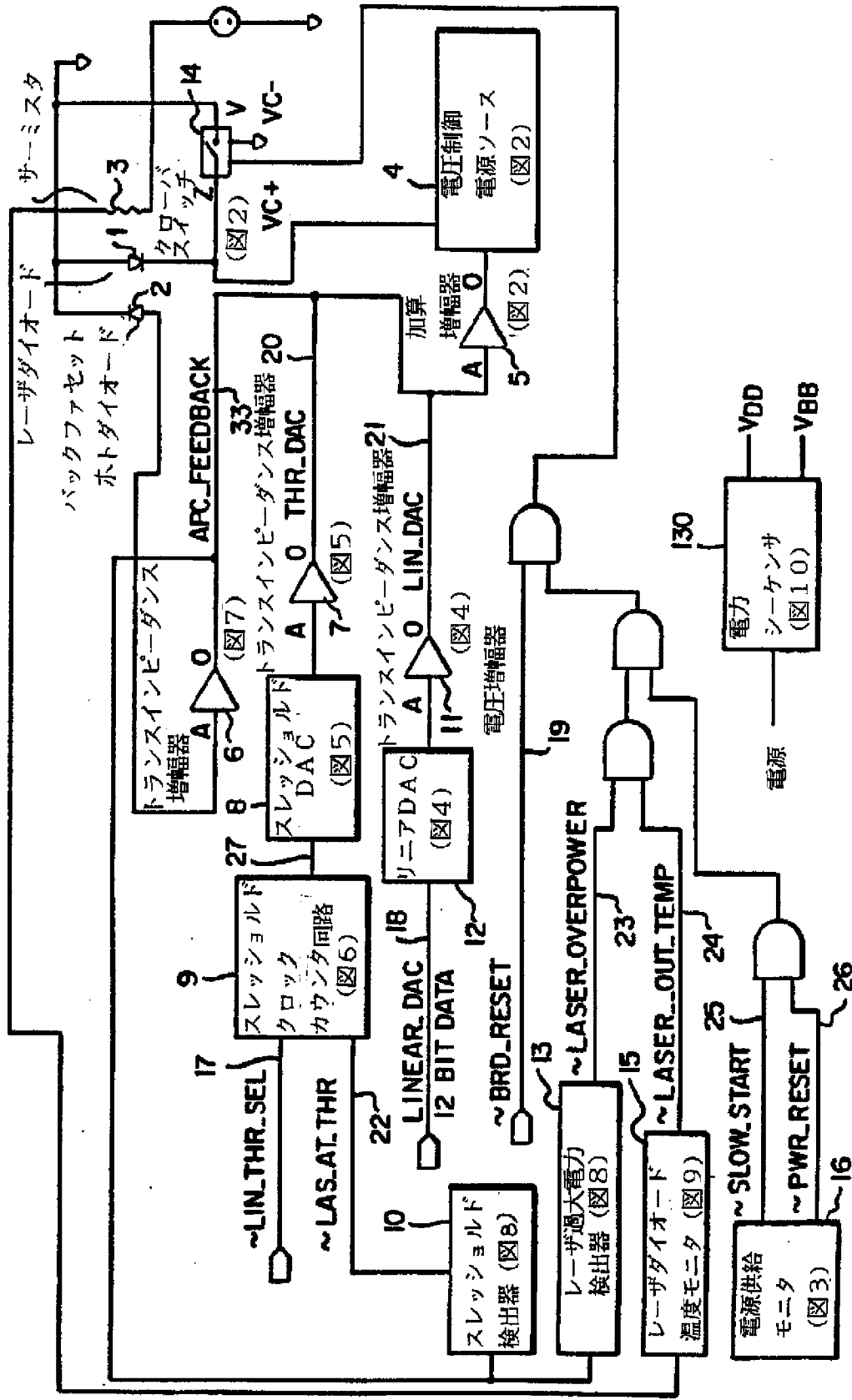
DRAWINGS

---

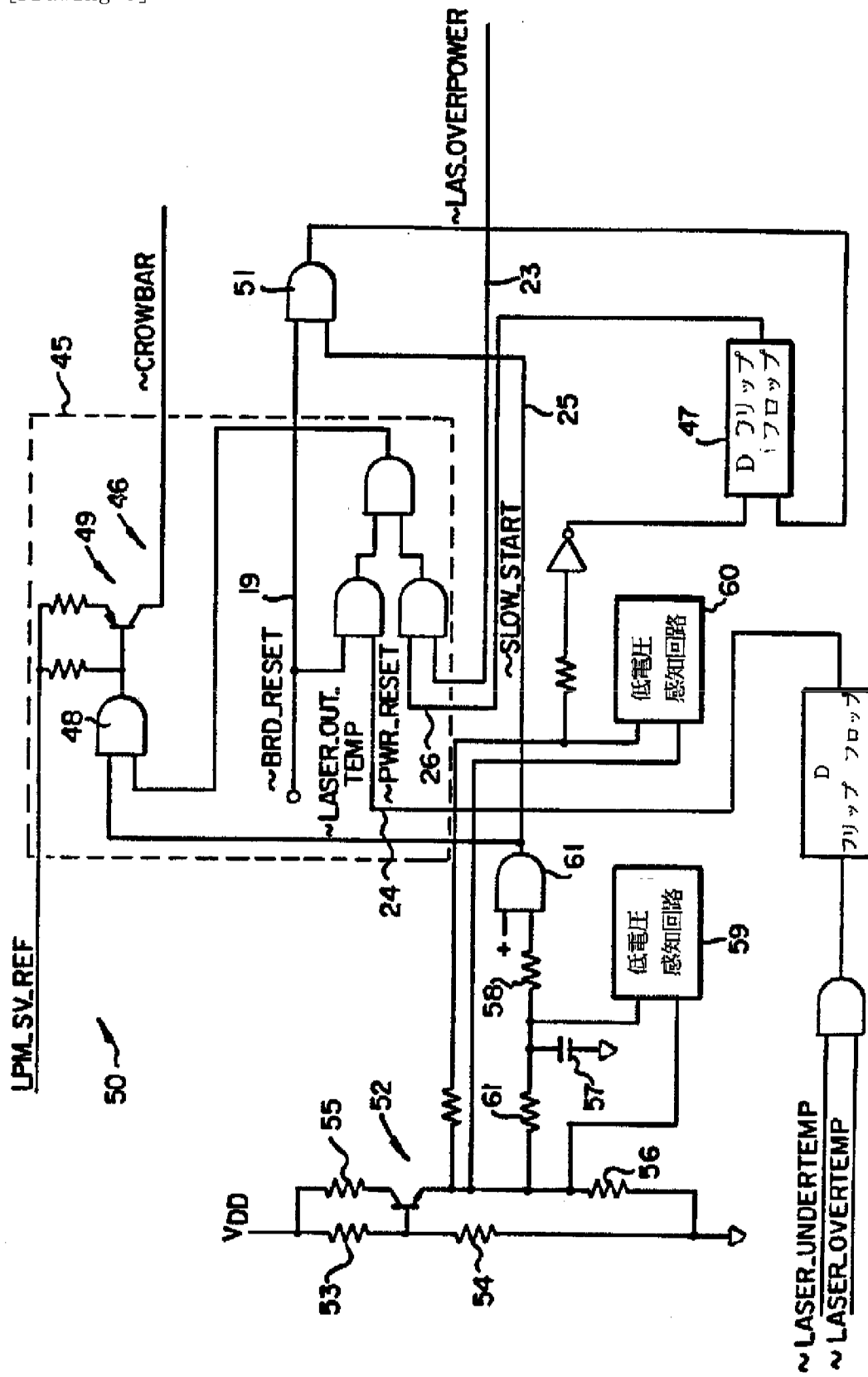
[Drawing 2]



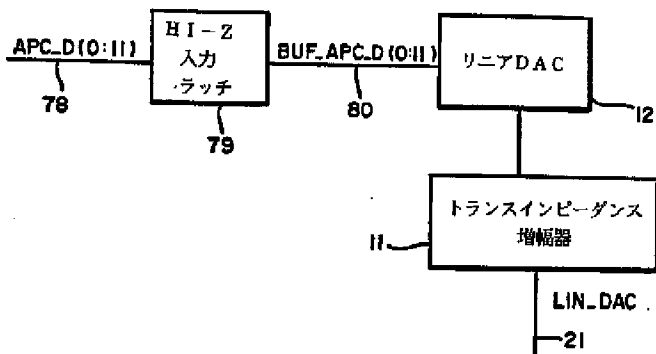
[Drawing 1]



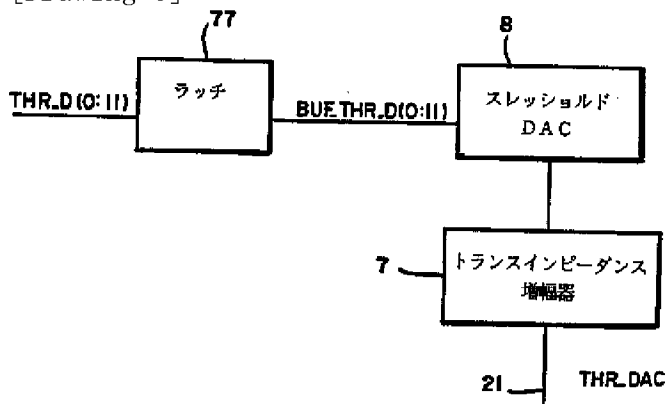
[Drawing 3]



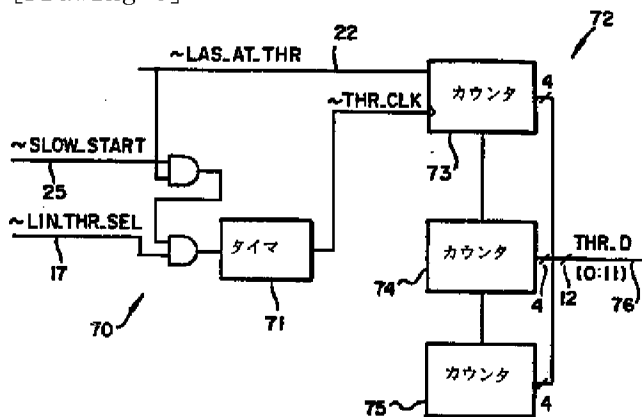
[Drawing 4]



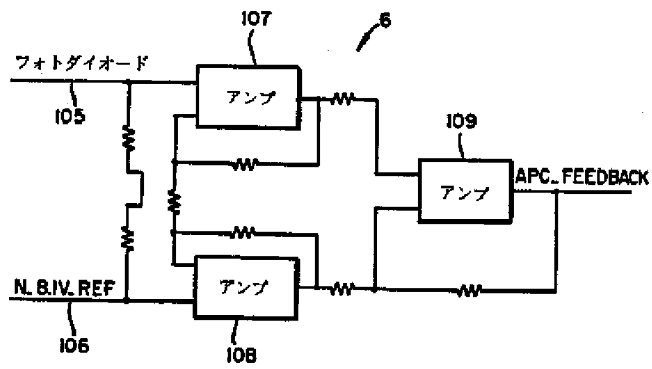
[Drawing 5]



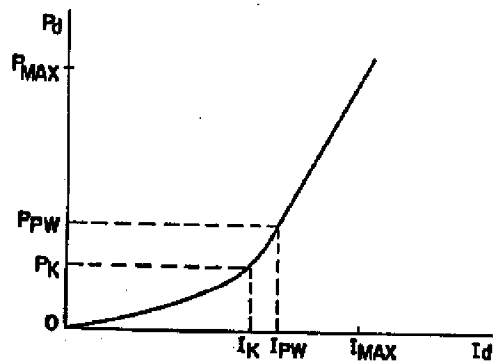
[Drawing 6]



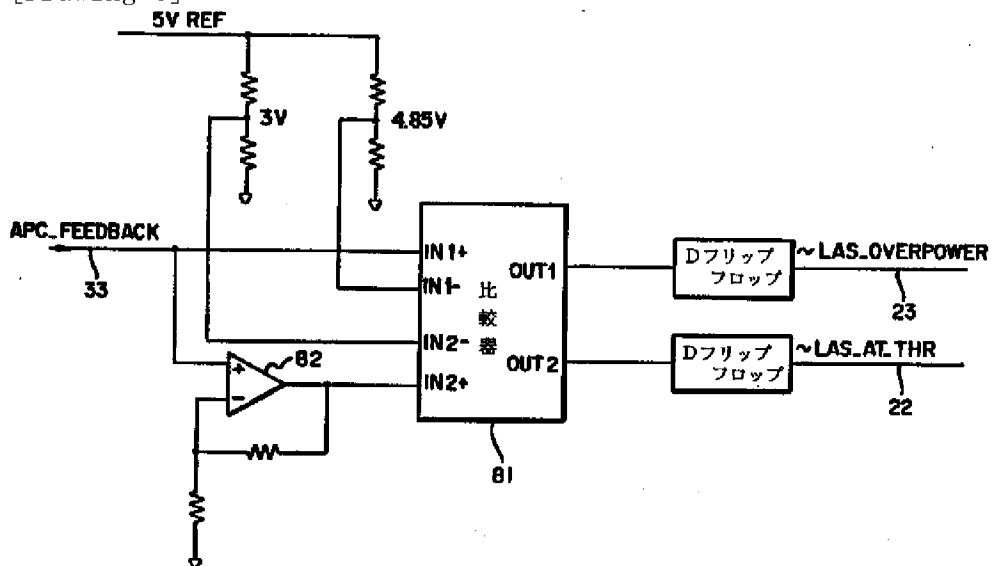
[Drawing 7]



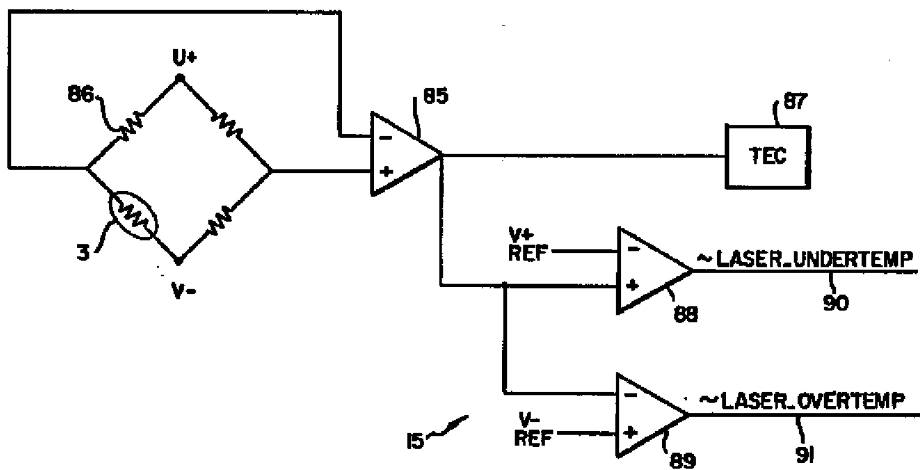
[Drawing 11]



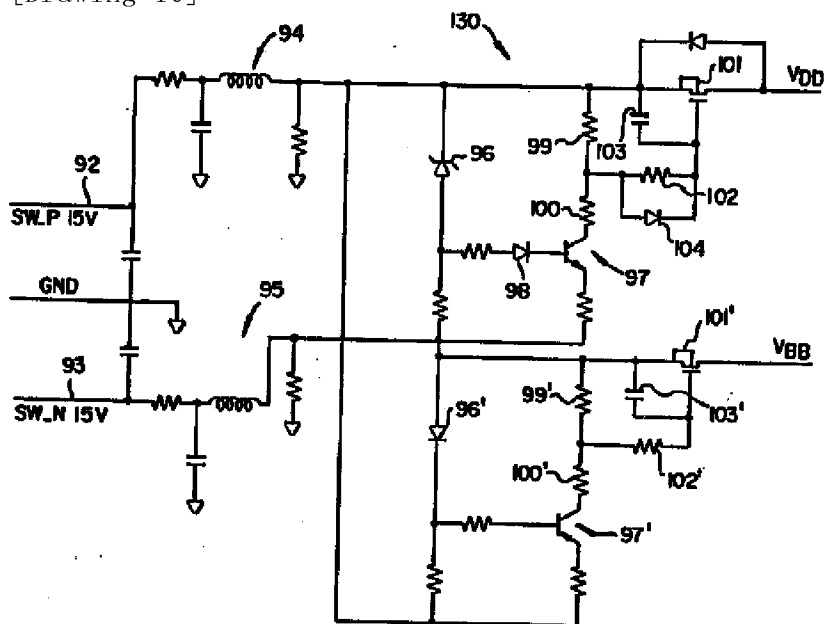
[Drawing 8]



[Drawing 9]

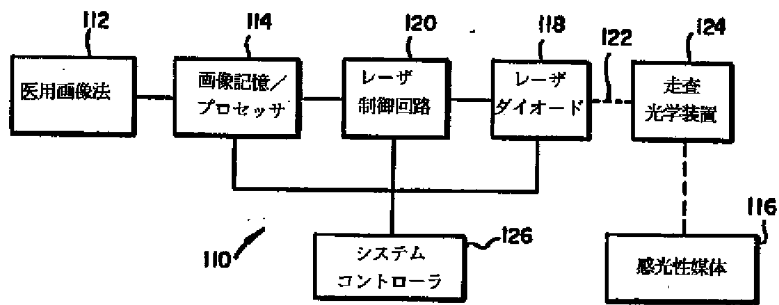


[Drawing 10]



[Drawing 12]





---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-227036

(43) 公開日 平成6年(1994)8月16日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 4 1 J 2/44

H 0 1 S 3/096

H 0 2 H 7/00

9177-5G

8403-2C

B 4 1 J 3/ 00

M

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平5-275799

(22) 出願日 平成5年(1993)11月4日

(31) 優先権主張番号 9 7 1 3 7 4

(32) 優先日 1992年11月4日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591264544

イーストマン・コダック・カンパニー  
 アメリカ合衆国、ニュー・ヨーク・14650、  
 ロチェスター、ステイト・ストリート・  
 343

(72) 発明者 ジェームス グレン デイビス  
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ  
 スター シャーウッド アベニュー 259

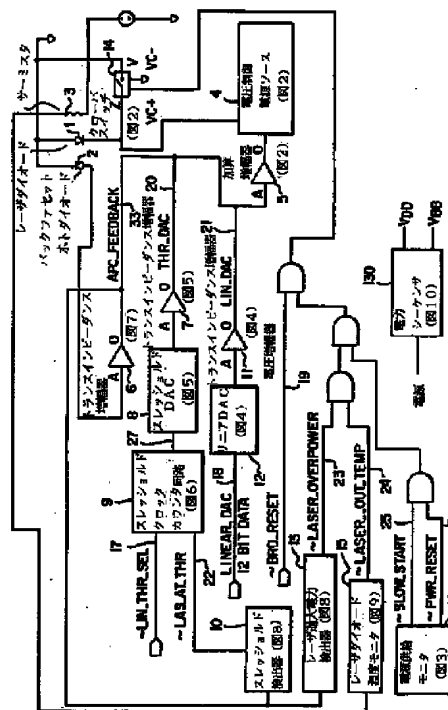
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 レーザダイオード電力制御回路

(57) 【要約】

【目的】 レーザプリンタにおいて、過大電力、高温及び低温、パワーアップ状態及びパワーダウン状態における過渡電圧スパイク及び過渡電流スパイクから、レーザダイオードを保護する。

【構成】 レーザ画像システムは、レーザダイオード1と、レーザダイオード保護回路を有する自動電力制御回路と、を含む。前記レーザダイオード保護回路は、レーザ光電力が所定の最大値を越えた場合、レーザダイオードの温度が所定の温度範囲より低いかまたは高くなった場合、パワーアップ及びパワーダウン時に電力供給が所定の電圧値より低いか又は高くなった場合、前記レーザダイオード1を迂回して電力を分流する分流回路14が設けられている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ画像装置において、  
 レーザ光出力を生成するレーザダイオード（1）と、  
 前記レーザダイオードに電力を供給する電力供給手段  
 （130）、（4）と、  
 前記レーザダイオードを迂回して電力を分流させる分流  
 回路手段（14）と、  
 前記レーザダイオードを画像信号によって変調する変調  
 手段（12）と、  
 前記レーザダイオードのレーザ光出力をモニタするレー  
 ザ光出力モニタ手段（13）と、  
 前記レーザダイオード（1）の温度をモニタする温度モ  
 ニタ手段（15）と、  
 前記ダイオードに供給される電力をモニタする電力供給  
 モニタ手段（16）と、  
 前記レーザダイオード（1）を迂回して電力を分流させ  
 るために前記分流手段（14）を制御する制御手段と、  
 を含み、  
 前記制御手段は、

a) 前記レーザダイオード（1）からの前記レーザ光が 20  
 所定の最大値を超過したことが検出された場合に、前記  
 レーザ光出力モニタ手段（13）によって生成されるレー  
 ザ出力過大信号と、  
 b) 前記レーザダイオード（1）の温度が所定温度範囲  
 より低いまたは高いことが検出された場合に、前記温度  
 モニタ手段（15）によって生成されるレーザ異常温度  
 信号と、  
 c) 前記電力供給手段によって前記レーザダイオード  
 （1）に供給される電力が所定の電圧値範囲より低いか  
 または高いことが検出された場合に、前記電力供給モニ  
 タ手段（16）によって生成される電力過大信号または  
 電力不足信号と、  
 の中で1つまたはそれ以上の信号にตอบสนองして分流制御を  
 行うことを特徴とする装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、概してレーザダイオード  
 に関し、より詳細には、過大電力、高温状態または低温  
 状態、パワーアップ状態及びパワーダウン状態におけ  
 る過渡電圧スパイクまたは過渡電流スパイクから、レー  
 ザダイオードを保護する手段を有するレーザダイオード  
 自動電力制御回路に関する。 40

## 【0002】

【従来の技術】 レーザダイオードは、様々な光学用途に  
 おいて、しばしば光源として使用されてきた。たとえ  
 ば、レーザ印刷の分野では、レーザビームがレンズによ  
 って集束され、フィルムのような感光性媒体上に走査さ  
 れる。レーザダイオードは、しばしばコンピュータに記  
 憶されたデジタルデータによって制御される。画像品  
 質は、異なるグレイ階調を有する画素で画像を形成し、 50

フィルム上に連続階調画像を形成することによって向上  
 される。連続階調放射線撮影レーザプリンタは、撮影用  
 フィルムを、コンピュータ断層撮影法、磁気共鳴画像  
 法、デジタルサブトラクション血管造影法、超音波画  
 像法等の医用画像法によって生成される電子画像に露出  
 するためにレーザダイオードが使用されている一例であ  
 る。

【0003】 レーザダイオードにおける問題は、半導体  
 であるレーザダイオードの発光出力が、動作範囲全体に  
 おいて直線性がないことである。より詳細には、図11  
 （電流Iの関数としてのレーザダイオードの光出力Pの  
 典型的なグラフ）に示したように、生成する曲線は、低  
 レベルの非直線動作領域を有し、その領域は、ニー領域  
 (knee region) から、光出力が入力信号値の関数として  
 直線的に変化する高レベル動作領域へとつながっている。  
 直線領域は、レージング領域として知られ、非直線  
 の低領域は、発光領域または自然放出領域として知られ  
 ている。曲線は、（1）生成する光学電力出力Pdが、  
 電流Idの変化に伴い、非直線的に変化する0とニー電  
 流Ikの間の低領域と、（2）光学電力出力が、電流Id  
 の変化に伴い、直線的に変化する第2の高領域とを含  
 む。非直線領域は画像入力信号レベルにตอบสนองして連続階  
 調画像を生成するには不適切である。このため、レーザ  
 出力範囲は、直線動作領域に限定される。したがって、  
 レーザダイオードを、しきい電流と呼ばれる既定の電流  
 レベル以上で動作させるのが一般的である。

【0004】 米国特許第4,507,767号は、レー  
 ザダイオードを光源として含み、半導体レーザと並列の  
 保護回路を含む光ディスク装置を開示している。この保  
 護回路は、半導体レーザの光出力に対応するモニタ信号  
 が既定値を越えた際に、2つの端子が短絡状態になる。  
 しかし、本特許には、低温または高温状態、あるいはパ  
 ワーアップ時及びパワーダウン時の電圧スパイク及び電  
 流スパイクに対し、半導体レーザダイオードを保護する  
 方法は開示されていない。

【0005】 米国特許第4,872,080号は、電流  
 発生回路によって励磁電流を供給させる半導体レーザ用  
 保護回路を開示している。この保護回路は、出力がレー  
 ザ光によって制御されるトランスデューサと、トランス  
 デューサと協同して動作するリミット回路と、リミット  
 回路によって付勢され、半導体レーザと並列に切り換え  
 られる電流分流回路と、を含んでいる。許容発光電力に  
 達すると、過大励磁電流は、分流回路に分流される。し  
 かし、本特許には、その問題点の他、高温または低温状  
 態からレーザダイオードを保護する方法の開示はない。

【0006】 米国特許第4,791,636号は、レー  
 ザオシレーティング光導波路から成る半導体レーザを開  
 示している。レーザオシレーティング光導波路は、光を  
 吸収する作用のある制御領域と、レーザ光を振動させる  
 作用のある主領域と、から成る。このレーザ装置は分流

手段を含み、この分流通路により、制御領域に流れる電流の、レーザ装置に導入される全電流に対する比が、既定のアルゴリズムに従って設定される。

【0007】米国特許第4,074,334号は、パワートランジスタによって電流の流れを制限する保護装置を開示している。コレクタ電流とコレクターエミッタ電圧が、選択された電流/電圧曲線を越えた場合、通常、非導電性の分流トランジスタが動作状態になり、パワートランジスタ周辺で電流を分流する。本特許には、高温または低温状態のモニタリングは開示されていない。

【0008】以下の米国特許は、様々なレーザダイオード制御技術を開示しているが、これらは、レーザダイオードの自動電力制御とレーザダイオードの保護の課題を十分には解消しない。米国特許第5,019,769号、米国法定発明登録H322号、米国特許第4,890,288号、米国特許第4,501,022号、米国特許第4,612,671号。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】課題は、一定のレーザ出力電力を自動的に設定及び維持することにある。

【0010】他の課題は、過大電力、高温及び低温、パワーアップ状態及びパワーダウン状態における過渡電圧スパイク及び過渡電流スパイクから、レーザダイオードを保護することである。

【0011】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明によれば、レーザダイオードの自動電力制御及び保護に関連する従来技術の問題点を解決することができる。本発明は、レーザダイオード自動電力制御回路は、過大電力状態、高温及び低温状態、パワーアップ状態及びパワーダウン状態における過渡電圧スパイク及び過渡電流スパイクから、レーザダイオードを保護する手段を含む。本発明のレーザ画像装置は、レーザ光出力を生成するレーザダイオードと、前記レーザダイオードに電力を供給する電力供給手段と、前記レーザダイオードを迂回して電力を分流する分流回路手段と、前記レーザダイオードのレーザ光出力をモニタするレーザ光出力モニタ手段と、前記レーザダイオードの温度をモニタする温度モニタ手段と、前記レーザダイオードを駆動する電力供給をモニタする電力供給モニタと、下記の1つまたはそれ以上の信号に応答して、前記レーザダイオードの周囲で電力を分流するために、前記分流手段を制御する制御手段とを含む。ここで、

a) 前記レーザ光出力モニタ手段は、前記レーザダイオードからの所定の最大レベルを越えるレーザ光を検出して、レーザ出力過大信号を出力し、

b) 前記温度モニタ手段は、前記レーザダイオードの温度が所定の温度範囲より低い高いかを検出して、レーザ異常温度信号を出力し、

c) 前記電力供給モニタ手段は、前記電力供給手段によ

って前記レーザダイオードに供給される電力が所定の電圧値範囲より低い高いかを検出し、電力過大信号または電力不足信号を出力する。

【0012】本発明の装置により、一定のレーザ出力電力が自動的に設定及び維持され、過大出力、高温及び低温、パワーアップ状態及びパワーダウン状態における過渡電圧スパイク及び過渡電流スパイクから、レーザダイオードを保護することが可能となる。

【0013】

10 【実施例】まず、図12について説明する。図12には、本発明の実施例を組み込んだ医用画像システムが示されている。図示されたように、医用画像システム110は、医用画像法112によって生成されるようなデジタル医用診断画像のソースを含んでいる。医用画像法112は、たとえば、コンピュータ断層撮影法、磁気共鳴画像法、超音波画像法、デジタルサブトラクション血管造影法、核医学法などの診断用画像法である。デジタル画像は、記憶蛍光体、デジタルX線写真、あるいは、デジタル画像アーカイブまたは記憶システムからも生成することができる。医用画像法112によって生成される画像は、デジタル化され、画像記憶/プロセッサ114に記憶される。デジタル画像は、画像記憶/プロセッサ114に搭載された磁気ディスクドライブまたは光ディスクドライブに記憶することができる。デジタル画像を、ウィンドウ幅レベル、階調調整 (tonal gradation)、補間、エッジエンハンスメント等の周知の技法によっても処理することができる。

20 【0014】本発明に係るレーザ制御回路120によって制御されるレーザダイオード118が使用され、デジタル画像のハードコピーが感光性媒体116上に生成される。レーザダイオード118によって生成されるレーザビーム122は、走査光学装置124を使用して整形され、次いで感光性媒体116上に走査され、たとえば、フィルム、紙等の感光性媒体116上にデジタル画像が生成される。感光性媒体116は処理されて、固定画像が生成される。

30 【0015】医用画像システム110は、システムコントローラ126を含む。システムコントローラ126は、たとえばマイクロプロセッサであり、画像記憶/プロセッサ114と、レーザ制御回路120と、レーザダイオード118と、走査光学装置124と、を制御する。

40 【0016】図1を用いて、本発明の実施例を説明する。本発明の特徴は、一定のレーザ出力電力を設定及び維持し、レーザダイオードを保護することである。出力装置1は、半導体レーザダイオードである。レーザ出力電力は、レーザダイオード1のバックファセット (back facet) の電力をモニタするバックファセットホットダイオード2によってモニタされる。レーザダイオード1の温度は、ハイブリッドに組み込まれたサーミスタ3によ

てモニタされる。

【0017】レーザダイオード1の電流は、電圧制御電流ソース4から生成される。電圧制御電流ソース4を制御する入力電圧は、加算増幅器（amp）5から生成される。加算増幅器5は、トランスインピーダンス増幅器6、7、11からの信号が入力される。トランスインピーダンス増幅器6は、バックファセットホトダイオード2の電流出力を電圧に変換する。トランスインピーダンス増幅器7は、スレッシュホールドDAC8（スレッシュホールドデジタルアナログ変換器）の電流出力を電圧に変換する。トランスインピーダンス増幅器11は、リニアDAC12（リニアデジタルアナログ変換器）の電流出力を電圧に変換する。

【0018】本回路の動作は、自動的にレーザ電力をしきい値レベルに引き上げる自動スレッシュホールディングによって開始される。

【0019】後に説明するように、スレッシュホールドレベルは、レーザダイオードの製造者によって決められたものとは同一ではなく、レーザ電流に対するレーザ電力出力の関数従属性が、直線になるレベルである。自動スレッシュホールドシーケンスは、デジタル信号(LIN-THR-SEL) 17（リニアスレッシュホールドモードセレクト）をハイにすることによって実施される。これによって、カウンタをクロックするスレッシュホールドクロックを、初期値の000（hex）から増分させる。これらのカウンタは、12ビットデータ27をスレッシュホールドDAC8に出力する。次いで、これはトランスインピーダンス増幅器7によって電圧レベルに変換される。アナログ信号(THR DAC) 20はトランスインピーダンス増幅器7の出力であり、加算増幅器5に入力される。加算増幅器5は電圧制御電流ソース4を駆動し、電圧制御電流ソース4は、レーザダイオード1からの電流を吸収する。スレッシュホールド検出器10は、レーザ出力電力をモニタし、あらかじめ設定されたレーザしきい電力にそれが達すると、デジタル信号(LAS AT THR) 22をローにし、スレッシュホールドクロックカウンタ回路9が12ビットデータ27を増分するのを停止させる。レーザダイオード1は、そのレベルを越えるとレーザ電流に対するレーザ出力の関数従属性が直線となる電力レベルになる。

【0020】12ビットデータ(LINEAR DAC) 18は、レーザ出力電力を、しきい電力と最大レーザ電力との間に制御する。12ビットデータ(LINEAR DAC) 18は、リニアDAC12へ入力される。次いで、これはトランスインピーダンス増幅器11によって電圧レベルに変換される。アナログ信号(LIN DAC) 21は、トランスインピーダンス増幅器11から出力され、加算増幅器5に入力される。加算増幅器5は電圧制御電流ソース4を駆動し、電圧制御電流ソース4は、レーザダイオード1からの電流を吸収する。レーザ過大電力検出器13は、レーザ電力（出力）をモニタする。あらかじめ設定されたレーザ

電力に達すると、デジタル信号(LAS OVERPOWER) 23がローにされ、後に説明するように、レーザを迂回しつつ一時的に電流を分流することによって、レーザダイオード1を保護する。

【0021】ネガティブ・フィードバックが使用され、レーザダイオード1の電力出力を安定化する。このループは、レーザダイオード1と、バックファセットホトダイオード2と、トランスインピーダンス増幅器6と、加算増幅器5と、電力制御電流ソース4と、から成る。本フィードバックループは、レーザスロープ効率の変動（単位電流変化当たりの出力光電力の変化）と、レーザしきい電流（レーザがシングルモードになる電流）の変動と、に対してレーザダイオードを安定化する。スロープ効率としきい電流は、レーザダイオードのエージングとレーザの温度の関数として変化する。さらに、本ループが閉鎖されている場合、アナログ信号(THR DAC) 20及び(LIN DAC) 21に対する加算増幅器5の応答感度を低下させる。

【0022】図1において、レーザダイオード1の保護について以下に説明する。本発明に係る保護回路の目的は、i) 過大レーザビーム電力状態、ii) 高温及び低温状態、iii) パワーアップ状態及びパワーダウン状態における過渡電圧スパイクまたは過渡電流スパイク、からレーザダイオード1を保護する手段を提供することである。

【0023】レーザダイオード1の保護は、低インピーダンススイッチ14によってレーザダイオード1に供給されるべき電流の一部を分流し、レーザダイオード1を流れる電流を一定時期（期間）減少させることによる。本実施例において、スイッチ14は、電界効果トランジスタであり、たとえば、0.5オーム未満のチャネル抵抗を有している。このように電流を分流することを、レーザダイオードにクローバ(crowbar)を配置すると言う。

【0024】電力供給モニタ16は、電力供給電圧をモニタする。後に説明するように、自動電力制御は、電力シーケンサ130によって調整される。電力シーケンサ130は、正の電力供給電圧の印加に先行して負の電力供給電圧を印加し、また、負の電力供給電圧の遮断の前に正の電力供給電圧を遮断する。それらの印加又は遮断は、正及び負の電力供給電圧の差としての変化電圧（たとえば、2ボルト）が検出された時に行われる。これによって、電力供給モニタ16は、正の電力供給電圧をモニタするのみとなる。電力シーケンシングの他の利点は、レーザ駆動回路が十分に付勢されてレーザダイオードによって電流を駆動する以前に、負の電力供給電圧のみを使用しているクローバスイッチ14が動作状態になることである。パワーアップリセット回路は、デジタル信号(SLOW START) 25をローに設定し、正の電力供給電圧が印加された後1秒間、そのローを維持する。これ

によってクローバスイッチ14をレーザダイオード1の両端間で短絡的に動作させ、レーザダイオード1をパワーアップ時の過渡状態から確実に保護する。正の電力供給電圧が正常値の12ボルトから低下（たとえば10%）すると、デジタル信号(PWR RESET)26がローに設定され、クローバスイッチ14をレーザダイオード1の両端間で動作させ、レーザダイオード1をパワーダウン時の過渡状態から確実に保護する。電力保持回路は、クローバスイッチ回路を動作状態に維持し、電力が当該回路から除去された後の短時間（たとえば1.4秒間）レーザダイオードに対する分流作用をなす。

【0025】レーザダイオード温度モニタ15は、サーミスタ3を使用してレーザ温度を感知する。温度が、25°Cを中心とするあらかじめ設定した温度ウィンドウの範囲外（高温または低温のいずれか）になると、デジタル信号(LASER OUT TEMP)24がローに設定され、クローバスイッチ14を動作させ、高温及び可能性のある温度異常状態からレーザダイオード1を確実に保護する。もし、その保護がない場合、次のようになる。集積実装されたレーザダイオード1とバックファセットホットダイオード2の温度が上昇する際に異常状態が発生する。このような温度上昇はバックファセットホットダイオード2の効率を低下させ、次いでバックファセットホットダイオード2の電流出力を低下させる。自動電力制御回路は、これをレーザ電力の低下として感知し、レーザ電流を増加させる。レーザ出力効率は温度上昇によって低下し、増加された電流がさらに温度を上昇させると、レーザダイオード1及びバックファセットホットダイオード2の双方の効率をさらに低下させることになる。温度異常の本サイクルにより、レーザダイオード1に損傷を与え、故障の原因となる。

【0026】レーザ過大電力検出器13は、あらかじめ設定したレーザダイオード1の最大動作電力未満の限度を、レーザ電力が越えた場合にこれを感知する。過電力状態が生じると、デジタル信号(LASER OVERPOWER)23がローにされる。これによって、クローバスイッチ14を動作させ、レーザダイオード1が損傷及び故障の原因となる電力レベルに達しないよう、確実に保護する。

【0027】以下は、本発明の自動電力制御(APC)とレーザ保護回路についてのより詳細な説明である。

【0028】レーザダイオード1及びバックファセットホットダイオード2

レーザダイオード1は、たとえば、5mW、670nmのレーザダイオードである。これらのダイオードは、他のダイオード（たとえば、赤外レーザダイオード）に比べて過渡状態によって損傷しやすく、より精巧な保護方式を必要とする。

【0029】レーザダイオード1には、バックファセットホットダイオード2が集積されており、レーザダイオード1のバックファセットからの光出力をモニタする。

【0030】サーミスタ3

レーザの温度はサーミスタ3によってモニタされる。サーミスタ3はハイブリッドに実装されているのが好ましい。サーミスタ3は、サーミスタインクの3平面から成る。このインク平面は電氣的に直列で、厚膜ハイブリッド技術を使用してセラミック基盤上にシルクスクリーニングされている。サーミスタは、固定レジスタと直列である。この固定レジスタは、総抵抗を5Kに低減するのに使用される。ハイブリッドは、レーザダイオード1をハイブリッド自体に実装し、サーミスタをレーザダイオードケースと直接接触させ、レーザダイオード1の温度モニタを効率化する。

【0031】電圧制御電流ソース4及び加算増幅器5

図2は、電圧制御電流ソース4を示している。電圧制御電流ソース4は、たとえば、nチャネル拡張モードのFET型トランジスタ28である。ゲートからソースへの電圧、すなわち $V_{gs}$ は、FET型トランジスタ28の電流出力を制御する。FET型トランジスタ28のゲートの電圧は、加算演算増幅器29によって設定され、加算演算増幅器29は、抵抗器30上方の電圧を感知する。

【0032】起動時には、信号( $V_{IO REF}$ )32が加算演算増幅器29の加算ノード31への唯一の入力であり、抵抗器30の電圧低下をゼロに設定するよう調節され、したがって、電流ソースFETには電流が流れない。信号( $V_{IO REF}$ )32は、種々の入力から加算演算増幅器29への入力オフセット電圧効果を打ち消し、さらに、FET型トランジスタ28と抵抗器30間の接合部において、たとえば-8.1ボルトといった負の電圧を設定し、電流出力を0mAに設定する。

【0033】加算演算増幅器29の加算ノード31へのアナログ信号(THR DAC)20の入力は、レーザダイオード1のレーザ電力を、たとえば0.5mWといったしきいレベルに引き上げるのに使用される。加算演算増幅器29の加算ノード31へのアナログ信号(LIN DAC)21の入力は、レーザ電力を、たとえば0.5と4.5mWの間で変化させるのに使用される。信号(APC FEEDBACK)33は、レーザ電力と、図1のバックファセットホットダイオード2のトランスインピーダンス増幅器6からのソースを安定化するのに使用される。

【0034】クローバスイッチ14及び電力モニタ

図2は、さらに図1のクローバスイッチ14の詳細を示している。クローバスイッチ14は、pチャネル拡張モードのFET型トランジスタ34である。記載した例では、FET型トランジスタ34のゲートは、FET型トランジスタ34を動作状態にし、クローバスイッチ14を閉鎖するグランド電位にある電圧制御電流ソース4より2ボルト低くなければならない。

【0035】パワーダウン時のクローバスイッチ14への電力を保持するのに使用される電力保持回路35は、

ダイオード36と、抵抗器37と、ダイオード38と、電流バス抵抗器39と、キャパシタ40と、電流バス抵抗器41と、ダイオード42と、から成る。パワーアップ時に、キャパシタ40は、電流バス抵抗器39とダイオード38とダイオード36を介して蓄電される。電力シーケンサ130(図10)は、 $VDD=+1.2$ ボルトに先行して、 $VBB=-1.2$ ボルトを確実に動作状態とする。これにより、キャパシタ40は完全に蓄電される。パワーダウン時に、ダイオード36は、逆バイアスされて0ボルトに低下し、クローバノード43を $VBB$ から隔離して、キャパシタ40に接続する。キャパシタ40は電流バス抵抗器41とダイオード42と抵抗器44を介して、接地にゆっくりと放電される。これによって、クローバスイッチ14は、レーザ電流を電力低下後1.5秒間分流し、パワーダウン過渡状態からレーザを保護する。

【0036】図3は、クローバ駆動回路45を示している。クローバ駆動回路45は、電力が供給されて動作するように設計された。クローバ46が高インピーダンスであり、図2において $VBB=-1.2$ ボルトである場合、FET型トランジスタ34のソース電圧に対するゲートは $-1.1.3$ ボルトである。FET型トランジスタ34は動作状態となり、クローバFET34によってレーザ電流が分流される。図2に示されたクローバ駆動回路45において、ゲート48の出力は、トランジスタ49のベースを駆動し、トランジスタ49の出力を高インピーダンスまたは5ボルトの参照出力(LPM 5V REF)50との間で切り換える。ゲート48の出力が(LPM 5V REF)50との差が0.7ボルト以下である場合、トランジスタ49は遮断され、その出力は高インピーダンス状態となる。ゲート48は、パワーアップ時に信号(BRD RESET)19及び(SLOW START)25によってハイに引き上げられる。信号(SLOW START)25は、 $VDD=1.2$ ボルト以後0.5秒間低くなる。ゲート48及び51は、FACT技術であることが好ましく、2.0ボルト程度の低電圧で動作可能で、高信号に対して0.1ボルト以内の供給電圧で出力を有することが保証されている。ゲート48は(LPM 5V REF)50によって動作され、トランジスタ49のベースからエミッタへの電圧を $-0.1$ ボルトに保つ。この電圧は、トランジスタ49を動作するのに必要な0.7ボルトより非常に低く、トランジスタ49のエミッタを高インピーダンス状態に保つ。

【0037】図3の電力供給モニタ回路16は、正の電力供給 $VDD$ をモニタし、デジタル信号(SLOW START)25及び(PWR RESET)26を生成する。電力供給モニタ回路16は、トランジスタ52を含む分割回路を有している。トランジスタ52は、 $VDD$ 及び接地間の抵抗器53及び54の接合部に接続されたベースと、抵抗器55によって $VDD$ に接続されたコレクタと、抵抗器56によって接地に接続されるエミッタとを有する。抵抗器

61及びキャパシタ57は、低電圧感知回路59用の遅延回路を形成する。低電圧感知回路59及び60は、それぞれ、 $VDD$ 電圧があらかじめ設定された値を越えているか否か感知する。抵抗器61及びキャパシタ57の時間定数によって決定される、あらかじめ設定された遅延の間、低電圧感知回路59は、低電圧を感知し、信号(SLOW START)を生成する。低電圧感知回路60が低電圧を感知した場合、Dフリップフロップ47を介し、遅延することなく、信号(PWR RESET)を生成する。これらの信号は双方共クローバスイッチ14を駆動する。低電圧感知回路59は、パワーアップ時に遅延をもってレーザをクローバするのに使用される。低電圧感知回路60は、電力 $VDD$ の低下を即座に検知し、パワーアップ時に遅延をもってレーザをクローバするのに使用される。

【0038】電力がさらに0.5秒間安定である後、信号(SLOW START)25がハイになる。信号(BRD RESET)19がソフトウェアによって放出され、クローバ分流を除去し、レーザダイオード1を動作させる。(ローに)設定された場合に、クローバFET34によってレーザ電流を分流するその他の信号は、信号(LASER OUT TEMP)24と信号(PWR RESET)26と信号(LASER OVERPOWER)23である。レーザダイオード1が、望ましい温度範囲より高いか、あるいは低いと判断される温度となった場合、信号(LASER OUT TEMP)24が設定される。高温状態では、レーザダイオードの劣化を招き、低温ではレーザ上の結露の原因となる。低温状態では、サーミスタへの接続が切断されたことを示すことがあり、負の温度係数により、レーザの加熱の原因となり、温度異常を招き、レーザダイオードの損傷の原因となり得る。正の電力供給 $VDD$ が1.2ボルトから10%低下すると、信号(PWR RESET)26が設定され、レーザをクローバする。ホットダイオードからの電流フィードバックが、レーザ電力があらかじめ設定した最大電力レベルより高いことを示している場合、信号(LASER OVERPOWER)が設定される。

#### 【0039】スレッシュホールド操作

図1、5、6について説明する。スレッシュホールドクロック70は、タイマ71(たとえばNE555)を含む。タイマ71は、高い状態にある3つのデジタル信号(LAS AT TH)22、(SLOW START)25、(LIN THR SEL)17のすべてによって駆動される。通常の操作では、信号(SLOW START)25が、電力が安定された後1秒間ローにされ、信号(LAS AT TH)22及び信号(LIN THR SEL)17は、パワーアップ時にハードウェアによってハイに設定される。ソフトウェアが信号(LIN THR SEL)17を高く書き込む場合、スレッシュホールドクロック70は、レーザダイオード1がスレッシュホールド状態に達し、信号(LAS AT TH)22がローに設定され、スレッシュホールドクロックを停止するまで振動可能となる。

【0040】スレッシュホールドクロック70は、スレッシュホールドカウンタ72をクロックする。スレッシュホールドカ

ウンタ72は、パワーアップ時に初期化され、次いで、信号(LAS AT THR)22がローに設定されて停止されるまで、000からFFF(16進数)までをカウントする。スレッシュールドカウンタ72は、たとえば、継続型4ビットカウンタ73、74、75を含む12ビットカウンタである。

【0041】スレッシュールドカウンタ72の12ビットデジタル出力(THR D)(0:11)76は、12ビットのラッチ77によってラッチされる。ラッチ77の出力は、12ビットのスレッシュールドデジタルアナログ変換器8(図5)への入力として使用される。スレッシュールドDAC8の出力は、トランスインピーダンス増幅器7によって変換され、加算増幅器5に対するアナログ電圧入力(THR DAC)20を供給し、電圧制御電流ソース4を駆動する。

#### 【0042】直線操作

次に図1及び4について説明する。12ビットデジタルデータ(APC D)(0:11)78は、HI-Z入力ラッチ79への入力である。このラッチされたデータ(BUF APC D)(0:11)80は、リニアDAC12とそのトランスインピーダンス増幅器11によってアナログ信号(LIN DAC)21に変換される。

【0043】レーザダイオード1の直線動作は、しきい電力の最小電力から最大電力までの範囲にある。

#### 【0044】LAS\_\_AT\_\_THR22及びレーザ過電力検出器13

次に図1及び8について説明する。Elantec EL2252コンポーネントのような高速比較器81が使用され、信号(APC FEEDBACK)33を参照電圧と比較する。

【0045】信号(APC FEEDBACK)33が、たとえばレーザ電力の4.85mW相当の4.85ボルト以上である場合、デジタル信号(LASER OVERPOWER)23が(ローに)設定される。信号(LASER OVERPOWER)23の指定は、クローバスイッチ14の分流器をレーザダイオード1に配置し、レーザダイオード1を、たとえば5.0mWの最大電力の超過から保護するのに使用される。

【0046】信号(APC FEEDBACK)33が、増幅器82によって得られる+6の利得により、レーザ電力の0.5mW相当の3.0ボルト以上になると、デジタル信号(LASER AT THR)22が(ローに)設定される。指定されたLASER AT THR22がスレッシュールドクロック70とスレッシュールドカウンタ72を停止すると、スレッシュールドカウンタ72の最後の値がスレッシュールドDAC8にラッチされ、レーザダイオード1をしきい電力に保持する。

#### 【0047】レーザダイオード温度モニタ15

図1及び9について説明する。図9において、増幅器85は、サーミスタ3の抵抗と抵抗器86、すなわち参照抵抗器との差分を増幅するのに使用される。これによ

て、熱電冷却機(TEC)87を駆動するのに使用される誤差電圧を生成する。熱電冷却機(TEC)87は、レーザダイオード1を加熱または冷却する。レーザダイオード温度モニタ15(図1)は、演算増幅器88及び89と、それぞれに付随する回路を含む。本回路はウィンドウ比較器として動作し、レーザダイオード1が25°Cより高いかまたは低いかを判断し、適切な信号(LASER UNDERTEMP)90または(LASER OVERTEMP)91を指定する。これらの信号90、91は、レーザダイオード1に対するクローバスイッチ14に印加することが可能で、温度損傷を防止する。接続が不適切な場合、負の温度係数に対して開電式となり、サーミスタ3は低温状態となり、TEC87(図9)によって、最大の熱をレーザダイオード1に加えさせる。これによってバックファセットホットダイオード2の効率を低減させ、レーザ電力サーボループによってレーザダイオード1をオーバドライブさせる。もう一方の状態では、サーミスタ3は短絡され、レーザダイオード1は、レーザダイオード1上に結露する点まで冷却され、光学的汚染を引き起す。

#### 【0048】電力シーケンサ

図1及び10について説明する。図10は、電力シーケンサ130を示している。電力シーケンサ130は、+15ボルトの入力正電圧(SW P15V)92及び-15ボルトの入力負電圧(SW N15V)93とをモニタし、レーザ駆動回路に電力を印加する以前に、総電圧降下の30ボルトに対し、これらの合計が2ボルト以内であることを判断する。説明のため、正の12ボルトVDDに対する電力シーケンサの上部半分のみについて説明する。下部半分は、これの鏡像体となる(ただし、負の12ボルト供給VBBについては、対応するダイオード98及び104を除く)。信号92、93は、電力シーケンサ30に印加される以前に、フィルタ94、95によってフィルタリングされる。

【0049】電力をモニタする手段は、28ボルトツェナーダイオード96を使用し、供給電圧がほぼ±15ボルトに達した場合にのみ、トランジスタ97のベース-エミッタ電圧がトランジスタ97をオンにするのに十分大きくなるよう、±15ボルトの間で少なくとも28ボルト±1%降下させることによる。ダイオード98はVDD回路で使用されるが、VBB回路では使用されず、ツェナーダイオード96、96'の1%許容差によってVBBがオンの間にVDDがオンとなるのを確実に防止する。トランジスタ97がオンになると、抵抗器99、100を介して、電流がコレクタに流れる。これによって抵抗器99の電圧を十分に下降させ、トランジスタ101をオンにする。抵抗器102及びキャパシタ103の時間定数によって時間遅延が形成される。これによって、VDDが始動される前に、±15ボルト安定化後、12秒の遅延を行う。このディレイの間、電力供給が低下し、ダイオード104はパスを供給し、キャパシタ1



03を急速に放電し、時間遅延を終了する。

【0050】VBBに対する電力シーケンスは、VDDの10分の1の時間定数を有し、VBBが最初に始動し、次いでVDDが始動する。レーザ保護回路はVBBによって付勢されるため、この電力が最初に印加される。

【0051】図7は、バックファセットホットダイオード2のトランスインピーダンス増幅器6を示している。図示したように、ホットダイオード2からの信号(PHOTODIODE)105及び負の参照信号(N 8.1VREF)106が、それぞれ、並列に接続された演算増幅器107及び108に印加される。演算増幅器107及び108の出力は演算増幅器109への入力で、演算増幅器109の出力は信号(APC FEEDBACK)である。この信号は、たとえば、1ボルト/mWのレーザ電力の出力を有する。

【0052】本発明は、レーザダイオードプリンタのようなレーザ画像システムにおいて用途がある。

【0053】

【発明の効果】本発明の画像装置により、一定のレーザ出力電力が自動的に設定及び維持され、過大電力、高温及び低温、パワーアップ状態及びパワーダウン状態における過渡電圧スパイク及び過渡電流スパイクから、レーザダイオードを保護することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザダイオード保護回路のブロック図である。

【図2】図1に示した本発明の電圧制御電流ソース4、加算増幅器5、クローバスイッチ14のブロック図である。

【図3】本発明のクローバ駆動回路45のブロック図である。

【図4】本発明の図1に示したトランスインピーダンス増幅器11による変換のブロック図である。

【図5】本発明の図1に示したトランスインピーダンス増幅器7によるスレッショルド操作のブロック図である。

【図6】本発明の図1に示したトランスインピーダンス増幅器7によるスレッショルド操作のブロック図である。

【図7】本発明の図1に示したバックファセットホットダイオード2のトランスインピーダンス増幅器6のブロック図である。

【図8】本発明の図1に示したレーザ過大電力検出器13のブロック図である。

【図9】本発明の図1に示したレーザダイオード温度モニタ15のブロック図である。

【図10】本発明の図1に示した電力シーケンサ130のブロック図である。

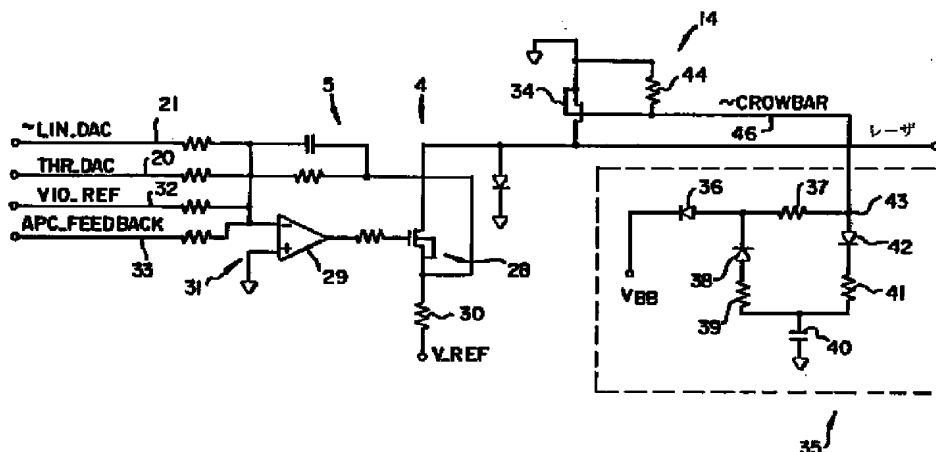
【図11】レーザダイオード動作曲線のグラフ図である。同図において、発光出力Pは、レーザダイオードの電流Iの関数である。

【図12】レーザダイオードと本発明のレーザ制御回路の実施例を組み込んだ画像システムのブロック図である。

【符号の説明】

- 1 レーザダイオード
- 2 バックファセットホットダイオード
- 3 サーミスタ
- 4 電圧制御電流ソース（電力供給手段）
- 5 加算増幅器（amp）
- 13 レーザ過大電力検出器（レーザ光出力モニタ手段）
- 14 クローバスイッチ（低インピーダンススイッチ、分流通路手段）
- 15 レーザダイオード温度モニタ（温度モニタ手段）
- 16 電力供給モニタ（電力供給モニタ手段）

【図2】

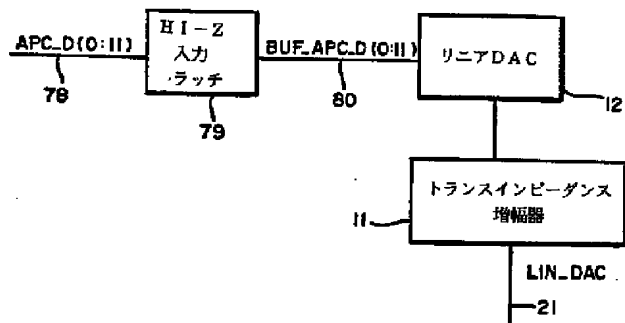


[illegible]

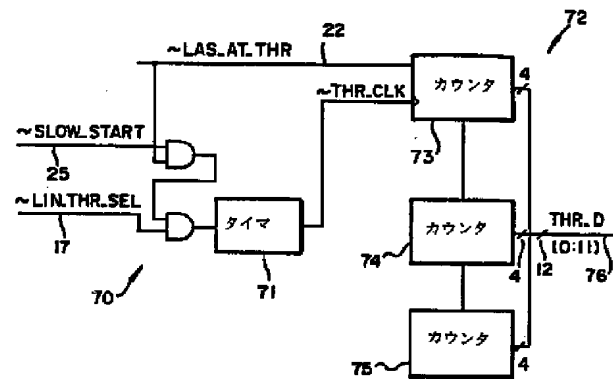
**LAS. OVERPOWER**



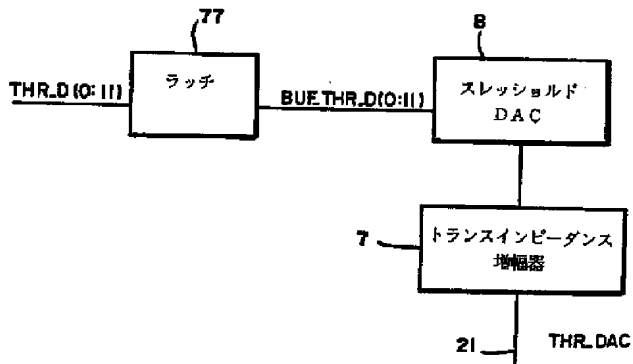
【図4】



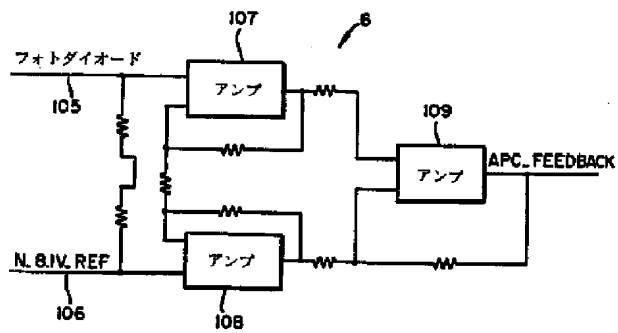
【図6】



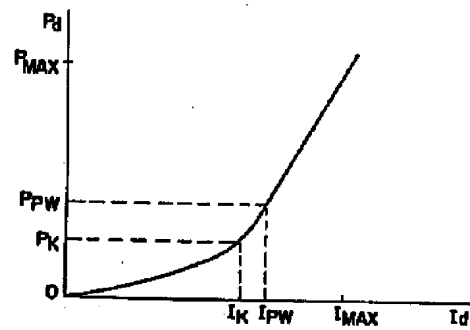
【図5】



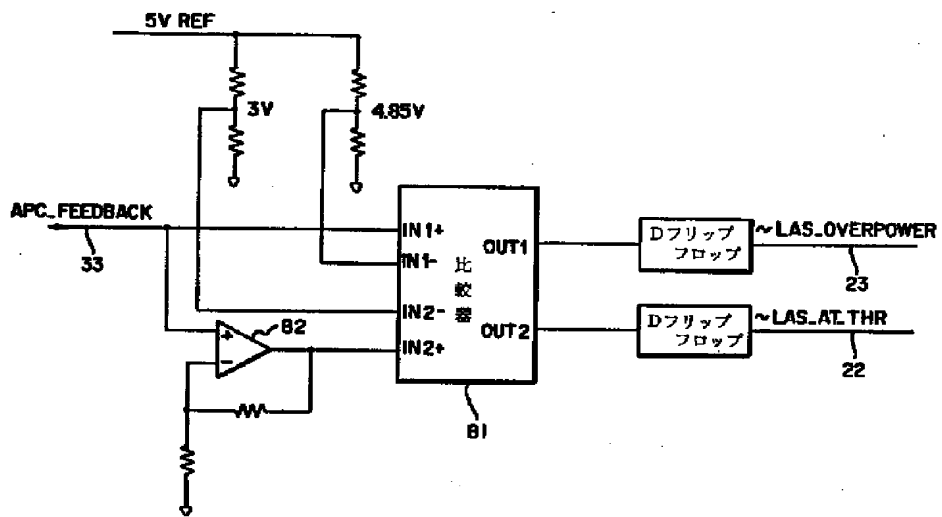
【図7】



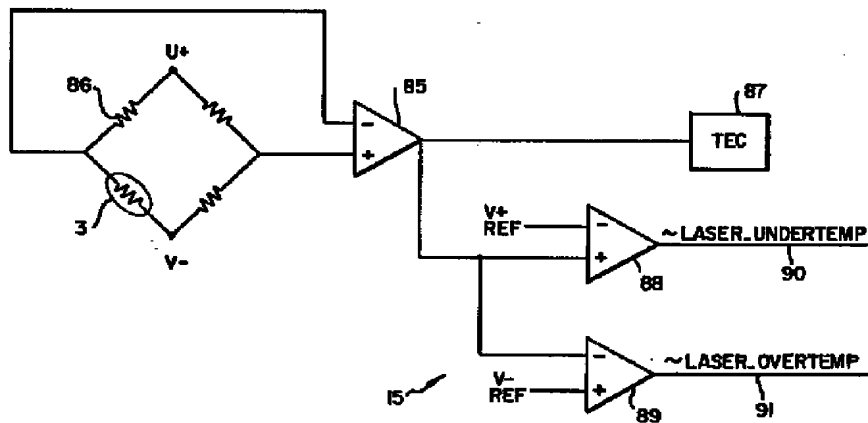
【図11】



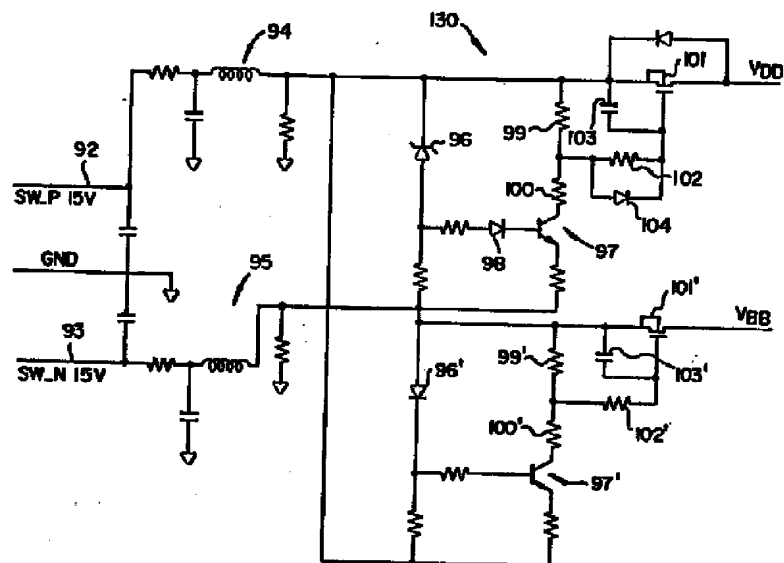
【図8】



【図9】



【図10】



【図12】

